

Körnerkonservierung

Jochen Mellmann, Thomas Hoffmann,
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)

Kurzfassung

Erntefrisches Getreide kann in den meisten Fällen nicht ohne konservierende Maßnahmen eingelagert werden. Die Konservierung durch Wasserentzug ist dabei das am häufigsten eingesetzte Verfahren. Neben geringen Verfahrenskosten gewinnt zunehmend die Energieeffizienz an Bedeutung. Bei der Belüftungstrocknung kann der Energieeinsatz durch optimierte Luftzuführeinrichtungen und durch computergestützte Mess- und Regeleinrichtungen verringert werden. Bei Dächerschachttrocknern sind das Trocknungsverfahren und der Trocknerapparat an sich Gegenstand von Entwicklungen. Der gegenwärtig hohe Getreidepreis veranlasst wieder Landwirte, über die hofeigene Getreidelagerung nachzudenken. Vereinfachte Lagervarianten sind mit geringen Investitionen umsetzbar.

Schlüsselwörter

Belüftungstrocknung, Dächerschachttrockner, Verfahrensoptimierung, Energieeffizienz

Grain Preservation

Jochen Mellmann, Thomas Hoffmann,
Leibniz-Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim e. V. (ATB)

Abstract

Farm-fresh grain cannot be stored without preserving measures in most cases. Grain preservation by water removal is the most frequently used process for this purpose. Besides low process costs the energy efficiency attains growing importance. In ventilation drying, the energy consumption can be reduced by applying optimized air inlet facilities and computer-aided measuring and control systems. In mixed-flow grain drying, the drying process and the dryer apparatus are subject of actual research. Due to increasing prices at the grain market, the farmers are forced to think about court-intrinsic storage again. Simplified storage layouts can be realized at low costs.

Keywords

Ventilation drying, mixed-flow dryer, process optimization, energy efficiency

Allgemeines

Die Weltmarktpreise für Nahrungsmittel sind in den 90er Jahren aufgrund starker Erzeugungssteigerung bis hin zu Überproduktion zurückgegangen. Wo einst von historischen Tiefständen gesprochen werden konnte, steigen heute die Preise auf Rekordwerte. Schlechte Ernten, geringe Nahrungsmittelreserven und verstärkte Spekulationen mit Agrarrohstoffen haben laut Experten die Preise in die Höhe getrieben. Innerhalb der Erntesaison 2010/2011 hat sich der Weizenpreis fast verdoppelt [1; 2].

Die Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen FAO schätzt, dass bis 2050 eine Steigerung der Erzeugung von Nahrungsmitteln um 70 % notwendig ist. Jedoch verderben weltweit jährlich ca. 10 - 20 % in den Lagern. Der größte Teil dieser Verluste entsteht durch Insektenbefall und Pilzwachstum [3]. Erntefrisches Getreide kann in den meisten Fällen nicht in dem Zustand eingelagert werden, wie es vom Halm kommt. Die Zustandsbedingungen des Getreides, wie hoher Feuchtegehalt, zu hohe Lagertemperaturen und Kornatmung, beeinflussen maßgeblich die Lagerfähigkeit. Schimmelpilz- und Bakterienbefall, Insekten und Auswuchs führen zum Verderb. Ölsaaten sind bei fehlerhafter Lagerung in den meisten Fällen sofort verdorben.

Sämtliche Maßnahmen zwischen der Ernte und dem Verkauf haben das Ziel, die Preiswürdigkeit von Marktgetreide abzusichern. Dieses Ziel bedarf Methoden, die auf die natürlichen Nachreifeprozesse des Getreides reagieren und somit den Mengen- und Qualitätserhalt des Lagergutes sichern [4].

Belüftungstrochnung

Durch den niedrigen Energiebedarf und die Eigenschaft, große Getreidemengen im Feuchtebereich 17 - 18 % schonend haltbar zu machen, hat sich die Belüftungstrochnung in der Getreidelagerung als eigenständiges Verfahren etabliert. Eine Übersicht zu Vor- und Nachteilen ist in [5] gegeben. Obgleich mit ca. 4 %-Punkten nur ein geringer Teil der im Korn gespeicherten Feuchte entzogen werden kann, lässt sich durch aktuelle Erkenntnisse eine erhebliche Optimierung dieses Verfahrens erzielen. Für eine Belüftung mit atmosphärischer Luft sind neben Standortfaktoren [6] bestimmte Grundvoraussetzungen zu berücksichtigen, die in [7; 8] diskutiert werden. Demnach sind für ein gleichmäßiges Durchströmen des Getreidestapels mit Lufraten von ca. 10 bis 20 m³/m³ nicht nur der Abstand und die Verteilung der Belüftungskanäle entscheidend, sondern auch deren Länge in Abhängigkeit vom Querschnitt und der Kanalperforierung. In Silos können tote Ecken über Vollbelüftungsböden (Fa. Bintec) vermieden werden. Hierbei werden Bodenpaneele durch ein Klicksystem [9] über dem gesamten Querschnitt verlegt, welche abhängig von der Partikelgröße eine entsprechend ausgelegte Lochperforation (Raps ~1,3 mm) besitzen. Je nach aufkommender Erntemenge können auch sog. Viereckzellen (Fa. Neuero) eine gezielte Luftführung ermöglichen [10].

Eine wichtige Rolle für eine energieeffiziente Prozessführung nimmt auch die Überwachung der Temperatur und relativen Feuchte ein. Dazu werden mitunter mehrere Messfühler benötigt, die gleichmäßig über der Oberfläche und in der Tiefe des Haufenwerks anzuordnen

sind [8]. Auf diese Weise können Rückschlüsse auf die Entwicklung der Gutfeuchte gezogen und gegebenenfalls eine manuelle Anpassung des Luftdurchsatzes vorgenommen werden. Der damit verbundene Mess- und Steueraufwand kann auch über computergestützte Regeleinrichtungen vereinfacht und effizienter gestaltet werden. Bei diesen Systemen werden über die dynamische Ausgleichsfeuchte Belüftungs- und Trocknungsvorgänge automatisch geregelt, überwacht und dokumentiert [9].

Warmlufttrocknung

Etwa 90 % der landwirtschaftlichen Betriebe entscheiden sich für ein Trocknungsverfahren zur Konservierung ihrer Erntefrüchte. Die Durchlauftrocknung, die Silotrocknung sowie die Lagerbelüftungstrocknung sind derzeit die Verfahren, denen die größte Bedeutung zukommt [6]. Landwirtschaftliche Trocknungsanlagen werden nur zeitlich begrenzt zur Getreide- oder Körnermaistrocknung mit einer jährlichen Laufzeit von ca. 100 bis 1000 Betriebsstunden eingesetzt. Nur durch eine weitere Verbesserung der Energieeffizienz des Trocknungsverfahrens sowie des Trocknerapparates können stetig steigende Preise für die Trocknungsenergie sowie mittelfristig steigende Preise für die Rohware ausgeglichen werden. Beim Dächerschachttrockner war bisher vorrangig die Trocknerregelung Gegenstand der Forschungen zur Verfahrensoptimierung. Das Ziel war, die Trocknerleistung zu steigern und gleichzeitig die Produktqualität zu sichern. Aktuelle Untersuchungen und Weiterentwicklungen haben den Schwerpunkt auf die Optimierung des Trocknungsverfahrens sowie des Trocknerapparates verlegt [11-13].

Die Vorwärmung der Trocknungsluft konventioneller Agrartrocknungsanlagen stellt eine saisonale Möglichkeit dar, die Abwärme von mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerken (BHKW) sinnvoll zu nutzen. Hier bietet Stela Laxhuber GmbH, Massing, eine Vielzahl von individuellen Lösungen an. Eine Einsparung von fossilen Energieträgern bis zu 100 % bei der Getreidetrocknung und über 60 % bei der Maistrocknung wird als realisierbar eingeschätzt [14].

Interessant ist die Kombination eines Kühlaggregats mit der vorhandenen Warmlufttrocknung. Die Trocknerkapazität kann deutlich erhöht werden, wenn nicht mehr bis zur Endfeuchte heruntergetrocknet werden muss, sondern der Trocknungseffekt bei der anschließenden Kühlbelüftung ausgenutzt wird. Hier liegt das Einsparpotenzial bei bis zu 20 %. Die Idee basiert auf dem „Dry Areation“-Verfahren und wird von der Firma Schmidt-Seeger angeboten [15].

Die Apparategestaltung des Dächerschachttrockners wurde in den vergangenen Jahrzehnten kaum verändert. Am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) werden in Zusammenarbeit mit der NEUERO Farm- und Fördertechnik GmbH Untersuchungen zur Energieeffizienzsteigerung bei der Getreidetrocknung durchgeführt. Ziel der Untersuchungen ist es, potenzielle Schwachstellen im Trockneraufbau sowie Vor- und Nachteile einzelner Designelemente zu identifizieren und diese hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Trocknung, des Energieverbrauchs und der Betriebssicherheit zu bewerten. Für eine systematische verfahrenstechnische Analyse werden zunehmend numerische Verfahren der Computational Fluid Dynamics (CFD) und der Diskrete Elemente

Methode (DEM) angewandt (Bild 1). Diese Arbeiten bilden die Grundlage für die Entwicklung einer neuen Trocknergeometrie [16].

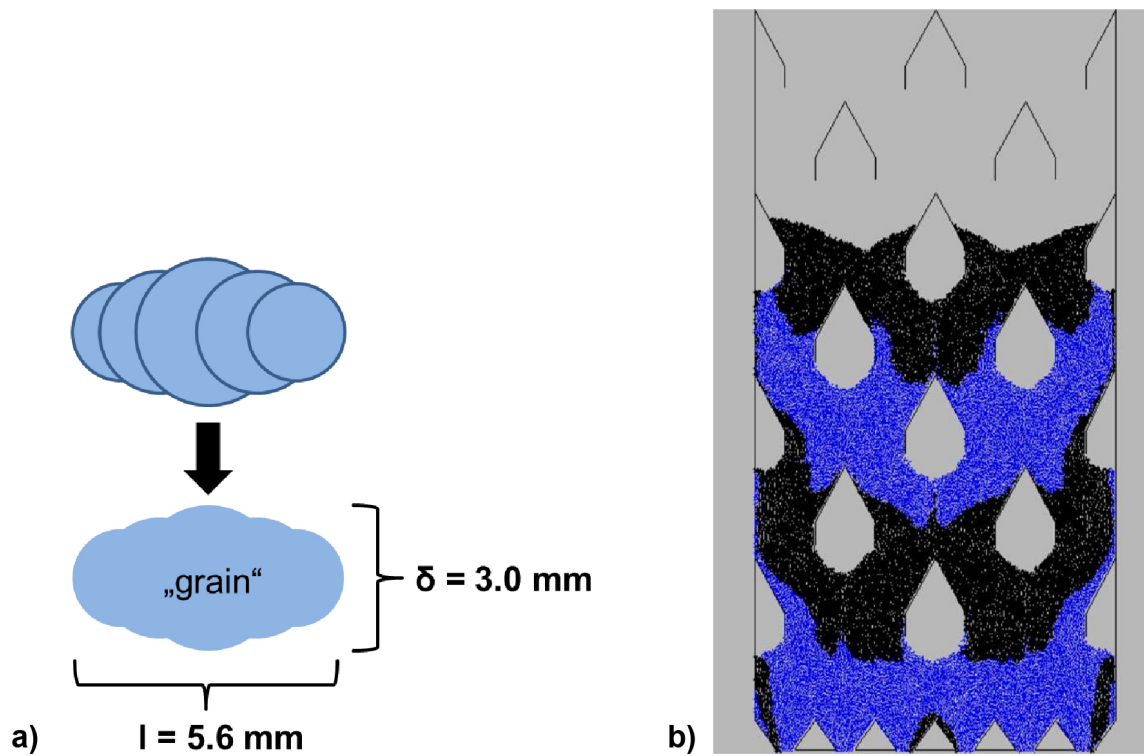


Bild 1: a) Modell eines Weizenkorns (ellipsoide Form);

b) DEM-Simulation der Schüttgutbewegung in einem Dächerschachttrockner mit ellipsoiden Partikeln

Figure 1: a) Model of a wheat grain (ellipsoidal shape)

b) DEM simulation of bulk solids motion in a mixed-flow dryer with ellipsoidal particles

Getreidekühlung

Für eine dauerhafte Lagerung ist die Getreidekühlung als Teilprozess der Nacherntetechnik unverzichtbar [17]. Getreide befindet sich auch nach der Ernte noch in einem biologisch aktiven Zustand, in dem Stoffwechselprozesse ablaufen [18]. Mit der Atmung der Körner stellt sich eine Selbsterwärmung ein, die durch Wärmeabgabe begleitet wird. Neben dem dadurch begünstigten Substanzverlust bieten die entstehenden Wärmenester optimale Voraussetzungen für den Befall mit Schädlingen und Mikroorganismen. Erst bei Temperaturen unterhalb von 15°C treten die meisten Insekten in eine Art Kältestarre, und eine Vermehrung kann verhindert werden [19]. Weiterhin besitzt Getreide die Eigenschaft, hygroskopisch zu reagieren und einen Ausgleich mit der Feuchte anzustreben, die in der warmen Luft transportiert wird. Zur Abschätzung der erreichbaren Gleichgewichtsfeuchte bieten sich die in der Literatur verfügbaren Sorptionsisothermen für das jeweilige Ernteprodukt an.

In der Praxis haben sich die Kühlung mit Außenluft und die „Kompressorkühlung“ durchgesetzt, deren Rahmendaten in [18] zu finden sind. Hierin wird eine Lufrate von

mindestens 15 m³/m³ Getreide empfohlen, denn oftmals sind unterdimensionierte Kühlanlagen die Ursache für Verderbprozesse (Schädlingsbefall, Feuchteaufnahme, gesteigerter Substanzverlust). Neuste Getreidekühlgeräte bietet die Fa. FrigorTec an. Ein Gebläse saugt Umgebungsluft an, die in einem Luftkühler auf eine gewünschte Temperatur abgekühlt wird [20]. In diesem Schritt wird die relative Luftfeuchte zunächst gesenkt. Die daran anknüpfende „HygromatTM“-Einrichtung nutzt die beim Kälteprozess entzogene Energie, um im nächsten Schritt die Kaltluft wieder um wenige Grad zu erwärmen. Durch diesen Prozess kann die kalte, getrocknete Luft den Verhältnissen der Getreideschüttung entsprechend in ihrer Temperatur angepasst werden, wodurch einer Anfeuchtung des Getreides vorgebeugt wird.

Lagerung

Die gegenwärtig gezahlten hohen Getreidepreise [1; 2] lassen wieder die Frage aufkommen, ob sich eine hofeigene Getreideaufbereitung und -lagerung lohnt. Wie in den letzten Jahren kann die Frage nicht eindeutig beantwortet werden. Im Ergebnis einer Kostenrechnung zeigt sich, dass infolge der zu erwartenden moderaten Preissteigerungen im Laufe der Lagerperiode immer noch der sofortige Verkauf der Ware nach der Ernte zu empfehlen ist [21]. Bei entsprechenden Rahmenbedingungen investieren Landwirte dennoch in eigene Lagerkapazitäten. Nach kanadischem Vorbild bieten einfach aufgebaute Silorundbehälter und mobile Förderschnecken zur Be- und Entleerung eine relativ preiswerte Variante für Neuanlagen zur Getreidelagerung [22]. Geringe Investitionskosten sind auch mit mobilen Zeltlagern der Firma Busche zu realisieren [23].

Eine weitere Möglichkeit zur Kosteneinsparung bieten Lager mit Trocknungseinrichtungen, die die Wärmeenergie von Biogasanlagen nutzen [24; 25]. Neben Getreide können auch Holzhackschnitzel getrocknet werden, um die Auslastung der Anlage zu erhöhen. Die von der Biogasanlage bereitgestellte Wärmeenergie muss in Menge und Temperatur den Anforderungen der Getreidetrocknung entsprechen [6].

Eingelagertes Getreide bietet Lebensraum für Käfer, Motten, Staubläuse und Milben. Diese können das eingelagerte Getreide befallen, sich vermehren und zu beträchtlichen Schäden führen. Als Gegenmaßnahmen sollten vor dem Einlagern alle Lagerräume und Fördereinrichtungen gesäubert und Getreidereste und Ablagerungen entfernt werden. Bei Insektenbefall können Insektizide eingesetzt werden, deren Anwendbarkeit aber durch EU-Verordnungen zunehmend eingeschränkt wird [26].

Eine weitere Möglichkeit zum Lagern von Getreide bieten Folienschläuche. Trocken eingelagertes Getreide ist mit geringen Kosten ohne Qualitätseinbuße bis zu 6 Monate lagerbar. Der Lagerort und die Lagerkapazität können flexibel gestaltet werden [27].

Literatur

- [1] -.-: Getreide und Reis könnte schon 2020 durch Klimawandel verknappen. Mühle + Mischfutter 148 (2011) H. 3, S. 94.
- [2] Mennerich, J.: Ernte schlecht - Preise hoch? Top Agrar 40 (2011) H. 7, S. 114-117.
- [3] Gießübel, R.: Entwicklung des Brotgetreidemarktes unter dem Aspekt der nachwachsenden Rohstoffe und der Bioenergie. Mühle + Mischfutter 149 (2011) H. 8, S. 234-236.
- [4] Münzing, K.: Getreidefeuchte - eine kritische Qualitätsgröße zwischen Ernte und Vermarktung. Mühle + Mischfutter 148 (2012) H. 15, S. 490-494.
- [5] Bombien, M.: Schonend und energiearm trocknen. Neue Landwirtschaft 22 (2011) H. 2, S. 54-58.
- [6] Bombien, M.: Nicht ohne Lüftung. Bauernzeitung 53 (2012) 3. Woche, S. 30-31.
- [7] Winter, A.: Schwitzen und sparen. Bauernzeitung 53 (2012) 3. Woche, S. 32-35.
- [8] Gerhard, H.: Gesund durch Luft. Neue Landwirtschaft 22 (2011) H. 6, S. 70-72.
- [9] -.-: Systemlösungen für eine effiziente Getreidelagerung. Getreidemagazin 17 (2012) H. 2, S. 67.
- [10] Poppe, G.: Viereckzellen, Bauart Neuero. Mühle + Mischfutter 148 (2011) H. 14, S. 477.
- [11] Grube, J. und Böckelmann M.: Die Ernte in trockenen Tüchern - Kennzahlen zur Getreidetrocknung. Pflanze und Technik 66 (2011) H. 4, S. 276-281.
- [12] Mellmann, J., Iroba, K. L., Metzger, T., Tsotsas, E., Mészáros, C. und Farkas, I.: Moisture Content and Residence Time Distributions in Mixed-Flow Grain Dryers. Biosystems Engineering 109 (2011) H. 4, S. 297-307.
- [13] Jokiniemi, T., Kautto, K., Kokin, E. und Ahokas, J.: Energy efficiency measurements in grain drying. Agronomy Research 9 (2011) Special Issue 1, S. 69-75.
- [14] Sahlmann, N.: Durchlauftrockner mit Biogas- und Abwärmenutzung. Mühle + Mischfutter 149 (2012) H. 3, S. 80-81.
- [15] Wiesmeier, F. und Wolf, A.: Energieeinsparung in der Trocknungstechnik. Mühle + Mischfutter 148 (2011) H. 11, S. 361-364.
- [16] Weigler, F., Scaar, H. und Mellmann, J.: Investigation of particle and air flows in a mixed flow dryer. Drying Technology 30 (2012), accepted
- [17] Lawrence, J., Maier, D. E.: Aeration strategy simulations for wheat storage in the sub-tropical region of North India. Transaction of the ASABE 54 (2011) H. 4, S. 1395-1405.
- [18] Spreu, A.: Fachgerechtes Kühlen von Getreide. Getreidemagazin 17 (2012) H. 2, S. 62-63.
- [19] Kolb, R. E.: Qualitätssicherung von Marktgetreide im Lager. Mühle + Mischfutter 148 (2011) H. 11, S. 365-366.
- [20] Poppe, G.: Getreidekühlgeräte „GranifrigorTM“, Bauart FrigorTec. Mühle + Mischfutter 149 (2012) H. 12, S. 379.

- [21] Gerdes, H.: Lagern lohnt sich nicht. Bauernzeitung 53 (2012) 3.Woche, S. 34-35.
- [22] Berning, F.: Lagern auf kanadisch. Top Agrar 41 (2012) H. 3, S. 148-149.
- [23] Cord, D.: Zeltlagerhallen für die Zwischenlagerung von Getreide. Mühle + Mischfutter 148 (2011) H.4, S. 126.
- [24] Rolink, D.: Eine Trocknungshalle nach Maß. Top Agrar 41(2012) H. 2, S. 19
- [25] Dorsch, K.: 25 Tonnen Mais pro Tag. Top Agrar 41 (2012) H. 2, S. 20-21
- [26] Schöller, M.: Hausputz im Lager. dlz agrarmagazin (2011) H. 6, S. 26-30
- [27] Idler, C., Wagner, A., Weber, U. und Hoffmann, T.: Nahrungsgetreide im Folienschlauch - eine sichere Lagerung. Landtechnik 66 (2011) H. 2, S. 92-95

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Mellmann, Jochen; Hoffmann, Thomas: Körnerkonservierung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2012. – S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00043456>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/88.html>